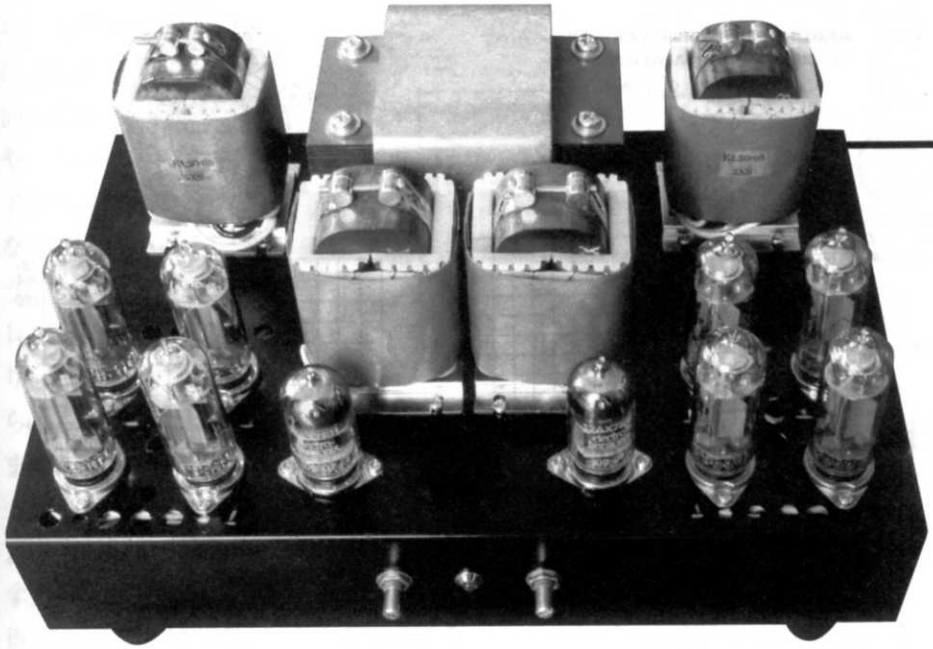
● OTL で CSPP にチャレンジ！

6C19P×4 出力2.5W CSPP・OTL アンプの製作



塩田春樹

復刻された武末アンプについて

今年の夏はとんでもない猛暑で，製作意欲はもとより，考える気力さえ奪われてしまったせいで，本誌への投稿を少しお休みいたしました．これからはまた頑張るつもりですが，休み癖がついてしまったことと，ちょっと怪我をしてしまったことから，続けられるかどうかやや不安ではあります．

さて，今月は6C19Pを使ったCSPPによるOTLアンプを報告します．

投稿を再開するに当ってはやはり新機軸で行きたいですし，CSPPを標榜し，CSPPの普及を願っている筆者としては，過去かなりの数のCSPPアンプを報告してきたものの，OTLはありませんでしたから，「CSPPでOTLもできますよ」という意味も込めて，少しシンドイのですが，OTLに挑戦ということで，CSPPのオリジナルである島田型CSPPを少しアレンジしたOTLアンプを報告することとします．

ところで，2013年10月号の本誌の「復刻シリーズ」で，武末数馬氏が読者として登場，製作された1954年12月号掲載の「クロスシャント回路のローコストHi－Fiアンプ」が取り上げられています．

このアンプは，カソードにいきなりスピーカが接続されていますからOTLと勘違いしますが，OPC（Out-Put Choke，同記事より引用）を使っていますので，原理的にはOTLではありません．ただ，このOPCには驚きました．島田型の場合はスピーカのボイス・コイルにセンター・タップ(CT)が設けてあり，これをグラウンドに接続することで信号の基準を決めています．

一方，武末氏の場合はCTのあるスピーカは使わず，信号の基準はCTをグラウンドにつないだカソード・チョークを使うことで成立させていますが，このアイディアは筆者の今回のアンプと同じなのです．

「残念，二番煎じか」との思いがよぎりましたが，考えてみればハイ・インピーダンスのスピーカはまだしも，CT付きボイス・コイルのスピーカなぞ，あの時代であっても入手しにくかったでしょうし，入手できても，スピーカとアンプを3本のコードでつなぐのは相当面倒なハナシです．したがって，このOPCアイディアは生まれるべくして生まれたものといえます．筆者が驚いたり残念がったりするのは不遜の限りでしょう．

しかし，筆者の知る限りでは，この武末氏の記事以後，同様の回路による製作記事は見たことはありませんし，Web上にも見当たりません．もしかしたら，今回の記事が，このアイディアとしては60年振りのものとなるかもしれませんし，OTLとしては初めてのものかもしれません――違ったらご勘弁を．

余談ですが，この武末アンプに登場するOPCは，同じ鉄心にプレート用とカソード用のチョーク・コイルをいっしょに巻いていますから，プレートとカソードは，そう強い結合ではありませんが，同一の出力信

動作の場合）ことはご承知のとおりですが，たとえばこのラインがプレート電圧200Vを基点としたラインであるとすれば，ラインが垂直に近いわけですから，その交点では電圧は200Vをちょっと下回る程度で，電流たるや，たいていのタマでアンペア単位の数値となってしまうでしょう．どんなタマにもプレート最大損失があり，これはとても耐えられる電流値ではありません．

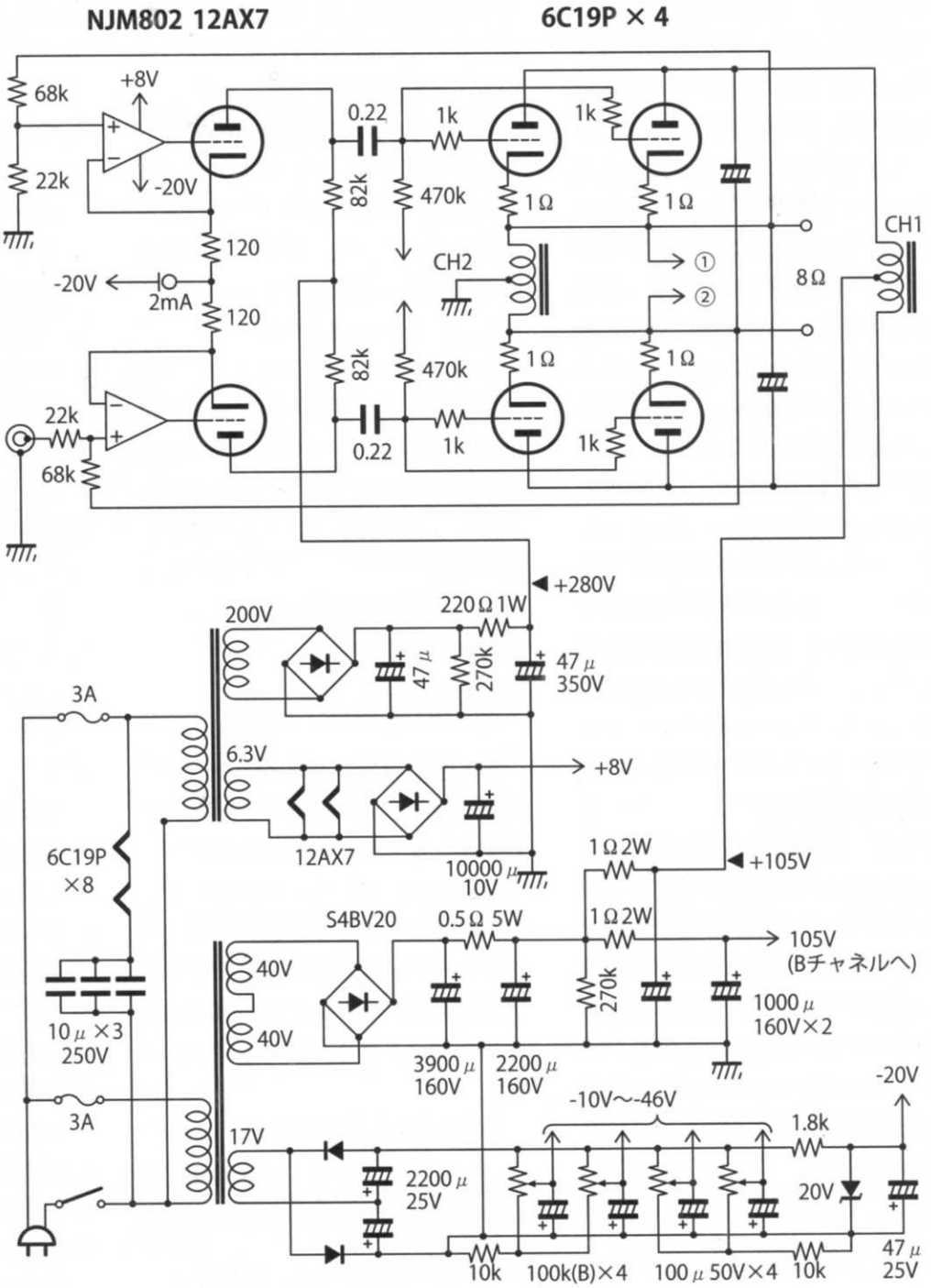
6C19Pの場合は11Wが規格の限度ですから，交点の電圧が仮に190Vとすれば，流せる電流は57mAが最大です．ここに数Aも流れれば一発でそのタマは死んでしまいます．とはいえ，57mAが限度なんてことをいっているとアンプになりませんから，「最大出力なんて音楽再生を前提にすれば滅多にないこと，あっても一瞬」と割り切って，OTLの場合は規格最大値の5倍とか10倍の電流を許容するという，暴力的というか，なんとも破天荒な世界です．

自動車をロー・ギアのままフル・アクセルで走らせるような感じですが，オートマチック・トランスミッションが主流の現代で通じる比喩かどうか疑問ですね．

しかしそれでも，電源トランスの容量にもよりますが，まあ1Aまでが限度で，数Aはさすがに物騒で採用できません．そんなことからプレート電圧は低めに設定し，タマへの負荷を少しばかり軽減してやるのが常となります．プレート電圧が低めですから，出力は電流で稼ぐことになります．

OTLとは“電流を流してナンボ”の世界でもあります．といっても，電圧が低すぎるのも問題です．このあたりは後述します．

いずれにしろ，プレート最大損失を無視する覚悟が必要ですし，それは理不尽と考えるかたはOTL向きではないでしょう．



〈第1図〉6C19P×4（片チャネル）CSPP・OTLアンプの全回路図

(3) ドライブ回路

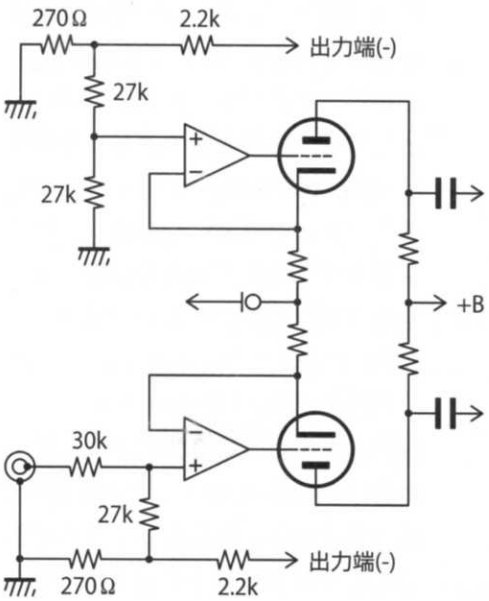
前述のとおりOTLは“電流を流してナンボ”の世界なのですが，そのためには十分なドライブ電圧を出

ラフな作図ですから，グリッド電圧＝0Vとの交点の電圧，電流には相当の誤差が見込まれますので，2～4Wと程度と見ておくべきでしょう．

(2) 大きなドライブ電圧が必要

つぎは，ドライブ段―本機の場合は2段増幅アンプですから初段です――の設計です．CSPPの最大の欠点は，カソードからも出力を取り出すことから，出力段の利得が最大でも2以下しか得られない点です．そのため，ドライブ段には大きな出力を要求することになるのですが，本機の場合，事態はもっと悲惨です．6C19PではP電圧が100Vにおける利得が2パラPPで0.1程度しかありません．要するに，利得どころかまったく逆の大損失で，出力段は入力電圧の10分の1しか出力しないのです．

したがって多く見積もっても，たった4Wの出力（1ペアの場合は2W）のためにドライブ段の出力電圧は40Vrms（＝(√(2W×8Ω))÷0.1）も必要です．しかし，そうはいっても所詮40V＝113Vp-pですから，ドライブ段の12AX7のプレートには300V未満の印加でも対応可能でしょう．



〈第5図〉NFB回路のインピーダンスを下げる方法

ということで，初段の動作は**第4図**のとおりとしました．出力は作図の計算値で，

51Vrms（＝(270V-125V)÷2√2）

実測で50Vrmsと，出力段より先にクリップすることはないという出力です．本機の12AX7の使いかたはやや変則的ですが，CasComp回路なので問題ありません．気になる場合は負荷抵抗270kΩ，定電流値1mAに変更すれば60Vrmsと，本回路より10V大きな出力が得られますが，その10Vはアンプの最大出力には寄与しません．

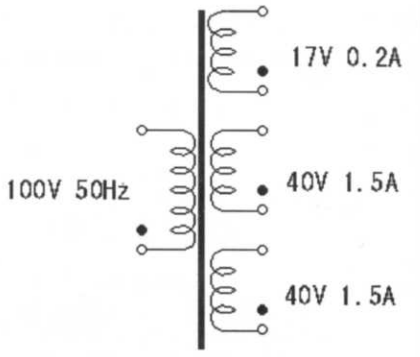
筆者は初段に内部抵抗の高い12AX7を使うことは稀で，たいていは12AT7を使うのですが，バイアスが浅いので設計が楽なことと，今回は大きな出力を要求しないことなどから，余っているタマの処分の意味もあって，採用しました．

ドライブ電圧が足りない場合は倍電圧整流で高電圧化し，12AT7に変更して対応可能です．もちろん，負荷抵抗や定電流値も再検討ではあります．

(3) NFBの掛けかた

また初段の利得は582倍≒55dBと，出力の割には大きめに設定してあります．それはOTLの場合，無理な動作を強いる関係から，無帰還でのひずみ率を含めた物理特性は期待できませんから，相当多量のNFBをかけることを前提とします．特に，OPTがないというのはNFBにとって――設計するものにとっても――たいへん楽な条件ですから，NFB量は一応20dBとします．

アンプとして1V入力で2W＝4V／8Ωの出力とすると，最終利得は4倍



123.4VA
〈第6図〉メイン電源用トランスの仕様

＝12dBですから，出力段利得0.1＝−20dB，NFB＝−20dBなので，初段に要求される利得は52dB（＝12+20+20）となります．実際のNFB量はE12系列の抵抗値の関係で，約22dBとなりましたのでちょうどよい利得です．

NFBは，出力段の上下両側から初段の上下に戻しています．このかけかたは一般のアンプでは見かけませんが，平衡アンプではふつうのかけかたです．もちろん理屈としては一般アンプのように片側だけでも成立しますし，NFB量を2倍にすれば両側NFBと同じNFB量になります．しかし，そうすると，上下の回路インピーダンスが大きく異なるため，ノイズや安定性などに悪い影響を与えかねない状況になります．

また，NFBの受け抵抗（本機の場合は22kΩ）は通常のアンプの片側NFBの場合に較べてたいへん大きくしています．今回は入力VRを付けていませんが，いずれは10kΩのVRを付ける予定です（外観写真のVRはダミーです）．

CDプレーヤやプリアンプなどの外部機器を接続する場合，それらがトランジスタ式のものなら問題はないのですが，真空管式の場合，出力インピーダンスは数kΩとなりますから，アンプとしての入力インピーダンスは少なくとも10kΩは欲しい

ヤなどの外部機器（計測寺では低周波発振器）をつなぐと，接続経路の誘導で0.66mV程度にノイズは増えると考えられます．逆に，アンプの純粋のひずみ率は相当低いともいえましょう．実際には何も聴こえません．

(5) クロストーク（第12図）

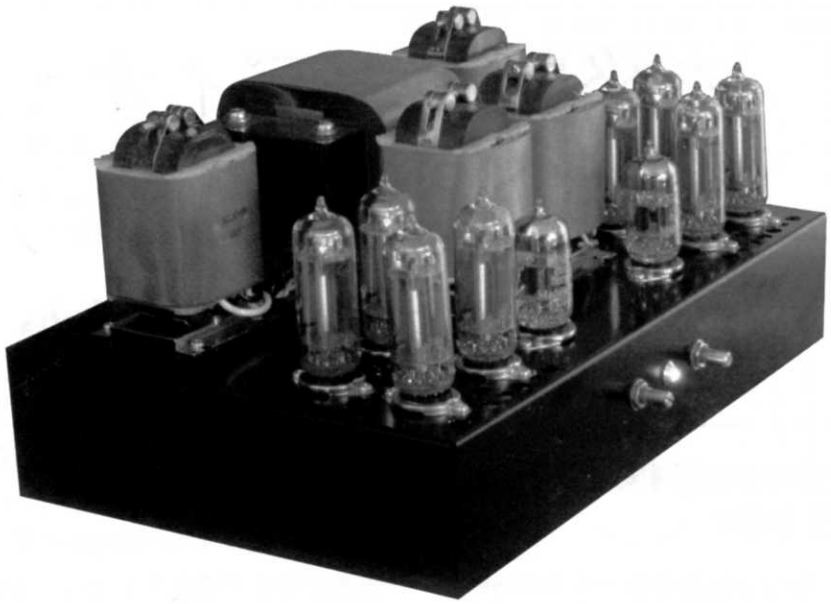
クロストークは再生音の空気感や定位に大きく影響しますので，重要です．と同時に，ノイズと併せ，製作者の実装技術が如実に現れる項目でもあります．

そういう目で見ると，このデータはまったく褒められたものではありません．実用上は−60dB以下なら問題ないといわれていますが，実際に聴いてみると，少なければ少ないほどよいことがわかります．本機の−65dBは“滑り込みセーフ”でしかありません．残念ながら，どこがヘタな配線になっているのか，現時点では見つけられていない状態です．

試聴―― OTLらしい見通しのよい音

前述のとおり，本機の物理特性は従来の筆者のアンプに較べるとかならずしも優れているとはいい難く，特に聴感への寄与が大きいクロストーク・データがプアなので，どんな音が出てくるのかやや不安ではありましたが，その心配は単なる杞憂であることがすぐにわかりました．音と物理特性は別であることが如実に窺えます．

最初の1時間ほどはやや平板な音で，CSPPらしさは音の輪郭と締まった低域にしか現れなかったのですが，その後は劇的に変貌を遂げ，躍動感と存在感が全体を支配するようになってきます．しかも，多分，OTLだからでしょうが，OPTつきCSPP以上に音の見通しがよくなる感じがします．



●スイッチを入れると6C19Pがコウコウと輝く様は見もの！

実は6C19Pの使用は今回が始めてなので，これが6C19Pの音かどうかいまだ判然としません．しかし，いままでの経験では，CSPPという回路は真空管の個性を表に出さない回路ですから，これはCSPPとOTLの音なのでしょう．

いずれにしろ，音楽を細部まで聴かせながら，全体像もシッカリと伝えてくれる音を聴かせます．そうなると，もっとクロストークを小さくするとどうなるだろうか，もっとノイズ・レベルを下げるとどうなるだろうか，もう少しひずみ率を下げたら，など，どんどん改善意欲と興味を刺激してくる，そんな雰囲気のアンプに仕上がりました．

構想してから紆余曲折を経て，ここに至るまで約2ヶ月を要しましたが，このアンプから流れる音楽を聴いていると，やってよかったという感慨が沸々と湧いてきます．ただ，苦労の結果のアンプですが，定数の見直しを含め，まだまだ改良の余地が残っています．読者におかれては是非とも追試いただき，さらに完成されたアンプに仕上げていただきたいと念じている次第です．

話は変わりますが，本誌昨年12月号の玉置浩氏の記事を見て驚きました．筆者に対するお褒めの言葉が多々述べられています．汗顔の至りです．“話半分”以下に割り引いてお読みいただけたでしょうか．

筆者はむしろ玉置氏の実践経験に基づいた設計と，なによりも製作のていねいさと最終調整への執念に多大の敬意を持ちました．今回の作品の「周波数別ひずみ率カーブの一致」などはその典型で，ここに至るまでの努力は感涙モノです．編集部にはよき友・よき先輩を紹介していただいたと感謝しています．

それはさておき，本誌2013年11月号の是枝氏のプリアンプ記事に書かれている次の文言は名言です．いわく「アンプというものには完璧な設計はあり得ません．つねに“割れ鍋にとじ蓋”が現実です．また，そういう割り切り思想がアンプ設計には大切で，理念や理想だけではいつまでたっても前に進みません」と．さすがにこの世界をリードしてこられたかたの言です．筆者は，これを戒めの言葉として座右の銘にしようと思っていますが，玉置さんはこれをすでに実践しておられる，と改めて感じた次第です．